

TCO裏面電極を用いたCIGS太陽電池の研究

上川 由紀子
産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター

研究の目的

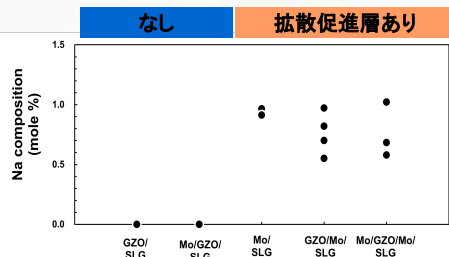
透明導電膜(TCO: ZnO, SnO₂, In₂O₃等)は透明性と導電性を兼ね備えており、また製膜方法の最適化や、化学エッチングによりテクスチャ構造を容易に形成可能である等の特徴がある^{1,2}。TCOをCIGS太陽電池の裏面電極として用いることにより、太陽電池の両面受光型化やテクスチャ構造を利用した光閉じ込め構造形成等、更なる多機能化が可能になる。

一方、CIGS太陽電池では、CIGS光吸収層へのアルカリ金属(Na等)の微量な添加が特性の改善に有効であることが知られているが、TCOを裏面電極として導入した場合には、ソーダライムガラス(SLG)からCIGS光吸収層へのアルカリ金属の拡散が阻害されてしまうことが課題となる^{3,4}。

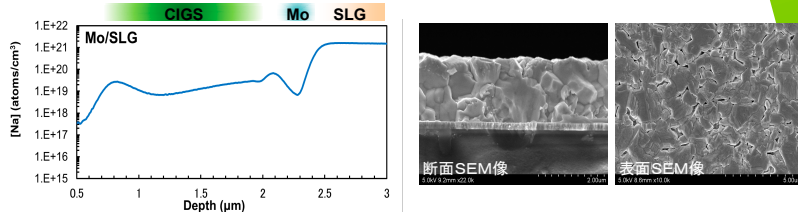
本研究では、上記の問題を解決するため、「アルカリ金属拡散促進層」の導入を検討した。

結果 (EPMA、SIMS、SEM、PV)

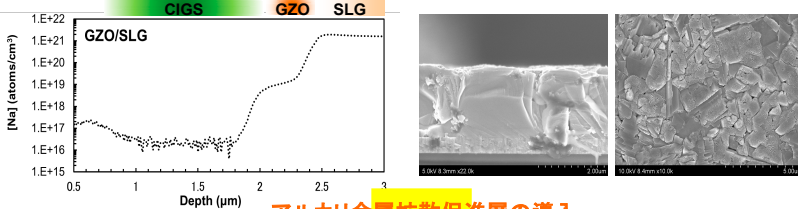
裏面電極構造とCIGS中のNa濃度



Mo裏面電極/SLG (標準型)

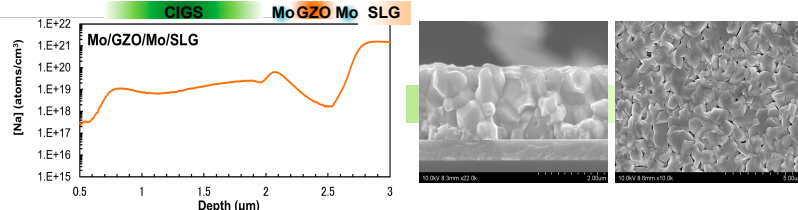


TCO裏面電極/SLG



アルカリ金属拡散促進層の導入

(Mo)TCO/Mo裏面電極/SLG



考察・結論

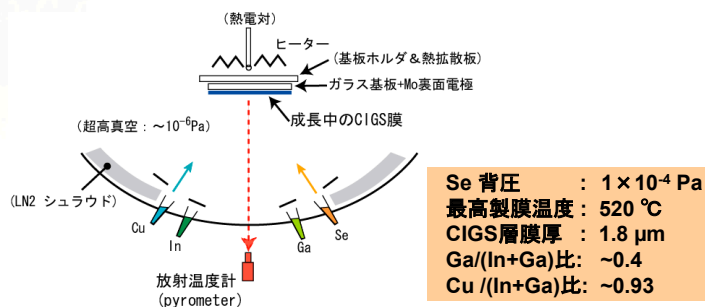
TCOを裏面電極に用いた場合にも、アルカリ金属拡散促進層(Mo層)をTCOとSLGの間に挿入することにより、TCO中のアルカリ金属(Na等)の拡散を促進し、SLG基板からCIGS層への拡散によるアルカリ金属添加を可能にした。その結果、CIGS太陽電池において、TCOを裏面電極に用いた場合でも、標準的なMo裏面電極を用いた場合に比べ遜色のないPV特性が得られた。

Na拡散促進メカニズムの可能性として以下が考えられる。

- (可能性1) NaとMoの化合物(Na₂MoO₄)が上部層でのアルカリ金属拡散を促進
- (可能性2) Na拡散層(Mo)上に形成されたTCO膜の膜質変化

実験

製膜方法: 3段階法^{5,6} (多元蒸着法)



太陽電池構造

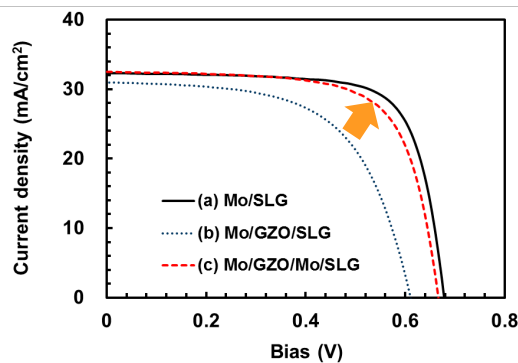
アルカリ金属拡散促進層(Mo層)をTCO裏面電極とSLG基板の間に挿入。

光吸収層は3段階法により裏面電極*/SLG基板上に製膜した。

*裏面電極構造:
Mo, (Mo)/GZO, (Mo)/GZO/Mo

厚さ	材料	厚さ	材料
0.5 μm	ZnO:Al	0.06 μm	CdS
0.07 μm	i-ZnO	1.8 μm	CIGS
0.03 μm	Mo	0.4 ~ 0.7 μm	ZnO:Ga
0.07 ~ 0.8 μm	Mo	0.7 mm	SLG

裏面電極構造とPV特性



Back contacts	Eff. (%)	V _{oc} (V)	J _{sc} (mA/cm ²)	FF
Mo	16.1	0.68	32.3	0.74
Mo/GZO /Mo(拡散促進層)	15.1	0.67	32.5	0.70
Mo/GZO	11.3	0.61	31.0	0.60

TCOを裏面電極に用いた場合でも、アルカリ金属拡散促進層を導入することにより、標準的なMo裏面電極を用いた場合に比べて、遜色のないPV特性が得られた。

参考文献

- [1] T. Moon *et al.*, Applied Physics Express 3 (2010) 095801
- [2] M. Kambe *et al.*, Res. Reports Asahi Glass Co., Ltd., 60(2010)
- [3] F. Guanghui *et al.*, Journal of Non-Crystalline Solids, 112(1989), 454-457.
- [4] F.-J. Haug *et al.*, Thin Solid Films 403-404, (2002) 293-296.
- [5] M. A. Contreras *et al.*, Proceedings of the 26th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Anaheim (IEEE, New York, 1997), p. 359.
- [6] M. Gabor *et al.*, Appl. Phys. Lett., 65, 198 (1994).
- [7] L. Kronik *et al.*, Adv. Mater. 10, 31 (1998).